

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 89110759.1

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: H02H 9/00

22 Anmeldetag: 14.06.89

30 Priorität: 21.09.88 DE 3832068

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
28.03.90 Patentblatt 90/13

84 Benannte Vertragsstaaten:  
DE FR GB IT

71 Anmelder: R. Stahl Schaltgeräte GmbH  
Bergstrasse 2  
D-7118 Künzelsau(DE)

72 Erfinder: Schimmele, Anton, Dr. Ing.  
Fellbacherweg 26  
D-7107 Neckarsulm(DE)  
Erfinder: Bruch, Peter, Dipl.-Ing.  
Hohenlohestrasse 74  
D-7112 Waldenburg(DE)

74 Vertreter: Rüger, Rudolf, Dr.-Ing. et al  
Webergasse 3 Postfach 348  
D-7300 Esslingen/Neckar(DE)

54 **Explosionssgeschützte elektrische Sicherheitsbarriere.**

57 Eine Sicherheitsbarriere (1) zum Begrenzen von Strom und Spannung an einer in einen explosionsgefährdeten Bereich laufenden Zweidrahtleitung enthält parallel zu ihren Eingangsklemmen eine Serienschaltung aus einer Sicherung (5) und wenigstens einer Z-Diode (6) zur Spannungsbegrenzung. Zu dieser Z-Diode (6) liegt eine weitere Serienschaltung, bestehend aus einem Widerstand (11), einer Sicherung (9) sowie einer zweiten Z-Diode (12) parallel. Die an dieser Z-Diode (12) anstehende Spannung wird über eine Strombegrenzungseinrichtung dem Ausgang (21) der Sicherheitsbarriere (1) zugeführt. Auf diese Weise wird die zweite unzugängliche Sicherung (9) geschützt.

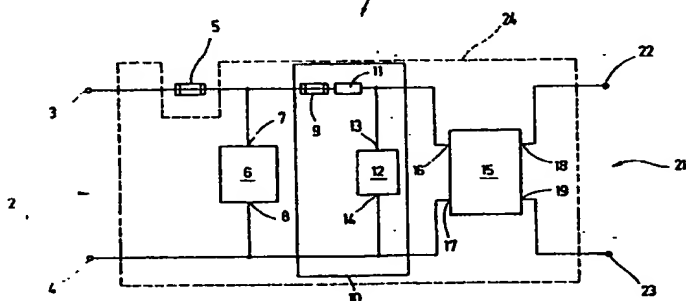


Fig. 1

## Explosionsgeschützte elektrische Sicherheitsbarriere

Die Erfindung betrifft eine explosionsgeschützte elektrische Sicherheitsbarriere mit den Merkmalen des Oberbegriffes des Anspruchs 1.

Bei derartigen aus der DE-PS 36 22 268 bekannten Sicherheitsbarrieren dient die am Eingang vorgesehene Sicherung dazu, in Verbindung mit den spannungsbegrenzenden Zenerdioden die Ausgangsspannung abzuschalten, wenn die Spannung am Eingang der Sicherheitsbarriere die Sperrspannung der Z-Dioden überschreitet. Denn wenn die Eingangsspannung die Z-Spannung nur wenig überschreitet, kommt ein erheblicher Stromanstieg zustande, der deutlich über dem Strom liegt, den die Sicherheitsbarriere bei der maximal zulässigen Eingangsspannung an ihren Ausgangsklemmen abgeben darf. Die Sicherung brennt daraufhin durch und schaltet die Ausgangsspannung ab. Dagegen liegt der maximale Ausgangsstrom, der im Kurzschlußfall auftritt, bei der üblichen Dimensionierung der Sicherheitsbarrieren unter dem Auslösestrom der Schmelzsicherung, so daß sie normalerweise nur bei einer Überspannung am Eingang der Sicherheitsbarriere durchbrennt.

Wenn allerdings dieser Fall eintritt, wird die gesamte Sicherheitsbarriere unbrauchbar, da die Sicherung zusammen mit den übrigen Bauelementen der Sicherheitsbarriere unzugänglich in einem Gehäuse vergossen ist.

Es wurde deswegen bereits in Serie mit dem Eingang der Sicherheitsbarriere eine weitere Schmelzsicherung geschaltet, deren Stromauslösewert kleiner ist als der Stromauslösewert der in der Sicherheitsbarriere eingegossenen Sicherung. Hierdurch soll die vergossene Sicherung im Falle von Überspannungen gegen Durchbrennen geschützt werden, so daß durch Auswechseln der äußeren Sicherung die Einrichtung wieder in Betrieb genommen werden kann, ohne gegen die Schutzvorschriften zu verstoßen, die den Aufbau von Sicherheitsbarrieren bestimmen. Diese äußere Schutzbeschaltung der Sicherheitsbarriere mit einer weiteren Sicherung hat jedoch nicht in allen Fällen den gewünschten Schutz der in der Sicherheitsbarriere eingegossenen Sicherung bewirkt. Bei Überspannungen infolge von Leistungsinduktivitäten können trotz unterschiedlich starker Dimensionierung beider Sicherungen beide Sicherungen durchbrennen, womit die Sicherheitsbarriere insgesamt unbrauchbar wird und getauscht werden muß.

Ausgehend hiervon ist es Aufgabe der Erfindung, eine Sicherheitsbarriere zu schaffen, bei der im normalen Fehlerfall die unzugängliche Sicherung gegen Durchbrennen geschützt ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Sicherheitsbarriere mit den Merkmalen des An-

spruches 1 gelöst.

Die Verwendung der zweiten Sicherung gestattet es, diese zugänglich und damit austauschbar zu machen, während die erste Sicherung zur Erfüllung der Schutzvorschriften unzugänglich angeordnet ist. Es wird hierdurch möglich, die Sicherheitsbarriere ohne Verletzung der Schutzvorschriften jederzeit kostengünstig wieder instandzusetzen, wenn die zweite Sicherung zum Abschalten der Überspannung angesprochen hat. Dabei ist es noch nicht einmal notwendig, besondere Schutzmaßnahmen zu ergreifen, um das Einsetzen einer Sicherung mit einem zu hohen Stromwert zu verhindern, denn selbst wenn die Kontakte der Halterung für die zweite Sicherung direkt miteinander verbunden werden, spricht im Fehlerfalle die von außen nicht manipulierbare unzugängliche erste Sicherung an, die letztlich die Grenzwerte der Sicherheitsbarriere sicherstellt. Wenn die vorgeschaltete zweite Sicherung denselben Auslösestrom hat wie die erste Sicherung, wird bei gleicher Grenzwertspannung der Spannungsbegrenzungseinrichtung und der Spannungsbegrenzungsschaltung die zweite Sicherung in jedem Fall von einem größeren Strom durchflossen als die erste Sicherung. Die zweite Sicherung wird also sicher vor der ersten auslösen.

Weil die Serienschaltung aus zweiter Sicherung und Spannungsbegrenzungseinrichtung als Klemmschaltung für die nachfolgende Spannungsbegrenzungsschaltung wirkt, läßt sich die Auslösecharakteristik der zweiten Sicherung in weiten Grenzen frei wählen, insbesondere kann die zweite Sicherung auch größer und träger sein als die erste.

Je nachdem, für welchen Anwendungsfall die Sicherheitsbarriere vorgesehen ist, können die Spannungsbegrenzungseinrichtung und die Spannungsbegrenzungsschaltung für unterschiedliche Polaritäten am Eingang der Sicherheitsbarriere ausgelegt sein. Die Grenzwertspannungen der Spannungsbegrenzungseinrichtung und der Spannungsbegrenzungsschaltung werden dabei vorzugsweise gleich dimensioniert, können aber auch unterschiedlich sein in der Weise, daß die Spannungsbegrenzungseinrichtung auf geringere Spannungswerte begrenzt als die Spannungsbegrenzungsschaltung.

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele des Gegenstandes der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 das Blockschaltbild einer Sicherheitsbarriere,

Fig. 2 das Schaltbild einer Sicherheitsbarriere mit von der Polarität der Eingangsspannung abhängiger Spannungsbegrenzung und

Fig. 3 das Schaltbild einer Sicherheitsbarriere

re mit einer Spannungsbegrenzungscharakteristik, die von der Polarität der Eingangsspannung unabhängig ist.

Eine in Fig. 1 dargestellte Sicherheitsbarriere 1 enthält einen Eingang 2 mit zwei Eingangsanschlüssen 3 und 4. Zu den Eingangsanschlüssen 3 und 4 liegt parallel eine Serienschaltung aus einer Schmelzsicherung 5 sowie einer Spannungsbegrenzungseinrichtung 6, wobei die Schmelzsicherung 5 mit dem Eingangsanschluß 3 und die Spannungsbegrenzungseinrichtung 6, die als Zweipol veranschaulicht ist, an dem Eingangsanschluß 4 liegt. Die Spannungsbegrenzungseinrichtung 6 zeigt zwischen ihren beiden Anschlüssen 7 und 8 einen gegen unendlich gehenden Innenwiderstand, solange die an ihren beiden Klemmen 7 und 8 anliegende Spannung kleiner als die Grenznennspannung ist, während der differentielle Innenwiderstand sehr rasch kleine Werte erreicht, sobald die Grenznennspannung geringfügig überschritten wird.

An der Spannungsbegrenzungseinrichtung 6 liegt mit ihrem Eingang eine Spannungsbegrenzungsschaltung 10. Diese Schaltung enthält eine weitere Serienschaltung, die mit den Anschlüssen 7 und 8 verbunden ist und eine weitere Sicherung 9, einen Vorwiderstand 11 und schließlich eine zweite Spannungsbegrenzungseinrichtung 12 mit zwei Anschlüssen 13 und 14 aufweist. Die Spannungsbegrenzungseinrichtung 12 zeigt vorzugsweise zumindest qualitativ dieselbe Übertragungseigenschaft wie die Spannungsbegrenzungseinrichtung 6. Vorzugsweise haben jedoch beide Spannungsbegrenzungseinrichtungen 6 und 12 dieselben Kennwerte, also insbesondere dieselbe Grenznennspannung, bei deren Überschreiten der differentielle Innenwiderstand exponentiell kleine gegen null gehende Werte erreicht.

Der Spannungsbegrenzungsschaltung 10 folgt schließlich eine Strombegrenzungsschaltung 15. Die Strombegrenzungseinrichtung 15 ist mit ihren Eingangsanschlüssen 16 und 17 zu der Spannungsbegrenzungseinrichtung 12 parallelgeschaltet, während ihre Ausgangsanschlüsse 18 und 19 mit zwei einen Ausgang 21 der Sicherheitsbarriere 1 bildenden Ausgangsanschlüssen 22 und 23 in Verbindung stehen. Die Strombegrenzungseinrichtung 15 hat den Zweck, im Falle eines Kurzschlusses zwischen den beiden Ausgangsanschlüssen 22 und 23 den bei der maximal zulässigen Eingangsspannung an dem Eingang 2 der Sicherheitsbarriere 1 fließenden Kurzschlußstrom auf den nach dem Explosionsschutz maximal zulässigen Wert zu begrenzen. Hierzu enthält die Strombegrenzungseinrichtung 15 im einfachsten Falle einen Längswiderstand zwischen den Anschlüssen 16 und 18, wie dies die nachfolgenden Ausführungsbeispiele zeigen, während die Anschlüsse 17 und 19 direkt

durchverbunden sind oder sie enthält eine elektronische Begrenzungsregelung mit Hilfe von Transistoren, wie sie beispielsweise in der DE-PS 36 22 268 gezeigt sind.

Wie durch eine gestrichelte Linie 24 angedeutet, sind bei der neuen Sicherheitsbarriere 1, abgesehen von den Eingangsanschlüssen 3, 4, den Ausgangsanschlüssen 22 und 23 sowie der Sicherung 5 alle übrigen Bauelemente in einem Gehäuse von außen unzugänglich verschlossen. Lediglich die Sicherung 5 kann im Bedarfsfalle von außen her ausgewechselt werden, wozu in dem Gehäuse der Barriere 1 entsprechende Kontakt- und Haltevorrichtungen vorgesehen sind, die bekannt und deswegen im einzelnen nicht dargestellt sind. Es ist auch möglich, die Serienschaltung aus der Sicherung 5 und der Spannungsbegrenzungseinrichtung 6 oder nur die Sicherung 5 vollständig außerhalb des Gehäuses 24 anzuordnen.

Wenn bei der insoweit beschriebenen Sicherheitsbarriere 1 an dem Eingang 2 eine Spannung anliegt, die kleiner ist als die Grenznennspannung der beiden Spannungsbegrenzungseinrichtungen 6 und 12, ist die Ausgangsspannung gleich der Eingangsspannung, lediglich vermindert um den Spannungsabfall an dem Vorwiderstand 11 und einem eventuellen Spannungsabfall an der Strombegrenzungseinrichtung 15. Die Spannungsbegrenzungseinrichtungen 6 und 12 beeinflussen die Spannung an dem Ausgang 21 nicht. Sollte nun infolge eines Fehlers der an die Sicherheitsbarriere 1 angeschlossenen Stromversorgung die Spannung an dem Eingang 2 über die Grenznennspannung der Spannungsbegrenzungseinrichtung 6 ansteigen, kann dennoch die Spannung an dem Ausgang 21 nur bis auf einen Wert ansteigen, der der jeweiligen Begrenzungsspannung der Spannungsbegrenzungseinrichtung 6 bzw. 12 entspricht. Gleichzeitig wird infolge der Begrenzungswirkung der Strom in den Eingang 2 über den Auslösestrom der Schmelzsicherung 5 ansteigen, die daraufhin durchbrennt.

Weil die Spannungsbegrenzungseinrichtung 12 denselben oder einen höheren Wert der Grenznennspannung aufweist wie die Spannungsbegrenzungseinrichtung 6, wird der durch eine Überspannung hervorgerufene größere Strom an der Eingangsseite der Sicherheitsbarriere 1 nur oder überwiegend durch die Spannungsbegrenzungseinrichtung 6 fließen, während die Spannungsbegrenzungseinrichtung 12 einen wesentlich geringeren oder keinen Strom führt, womit in der Folge kein auslösender Strom über die zweite Sicherung 9 fließt. Auch wenn die Toleranzen der Grenznennspannungen der Spannungsbegrenzungseinrichtungen 6 und 12 ungünstig liegen, verhindert der Vorwiderstand 11 und/oder der Innenwiderstand der Sicherung 9 ein Durchbrennen der Sicherung

9. Im Fehlerfall wird dies wegen nur die von außen zugängliche und auswechselbare Sicherung 5 durchbrennen, während die Sicherung 9 unbeschädigt bleibt. Selbst dann, wenn beim Durchbrennen der Sicherung 5 Induktionsspannungen an dem Eingang 2 infolge der Induktivität der zu dem Eingang 2 führenden Leitungen auftreten, wird die nach den Schutzvorschriften unbedingt erforderliche unzugängliche Sicherung 9 wirksam geschützt. Nur im Falle eines Versagens der Schutzwirkung durch die Sicherung 5 und die Spannungsbegrenzungseinrichtung 6 spricht die Sicherung 9 an. Ein solches Versagen kann beispielsweise auftreten, wenn die Spannungsbegrenzungseinrichtung 6 eine Leitungsunterbrechung hat. Im normalen Fehlerfall, d.h. einwandfrei arbeitender Sicherheitsbarriere 1, wirkt die erste Spannungsbegrenzungseinrichtung 6 als Klemmschaltung für die nachfolgende Serienschaltung aus Spannungsbegrenzungseinrichtung 12, Schutzwiderstand 11 und Sicherung 9.

Wie die Fig. 2 zeigt, können die beiden Spannungsbegrenzungseinrichtungen 6 und 12 im einfachsten Falle von zwei Z-Dioden 6 und 12 gebildet sein, die in der gleichen Richtung gepolt sind, also beispielsweise beide mit ihrer Anode an dem Eingangsanschluß 4 liegen. Die Z-Dioden zeigen die oben erwähnte Kennlinie. Die Z-Diode 12 kann auch aus mehreren parallelgeschalteten Z-Dioden gebildet sein, wie dies aus Gründen der Schutzvorschriften üblich ist.

Die Strombegrenzungsschaltung 15 reduziert sich bei der gezeigten einfachen Form der Sicherheitsbarriere zu dem Längswiderstand 15, der die Verbindungsstelle aus dem Schutzwiderstand 11 und der Kathode der Z-Diode 12 mit dem Ausgangsanschluß 22 verbindet.

Wenn mit der Sicherheitsbarriere 1 Wechselspannungen und Wechselströme auf zulässige sichere Werte begrenzt werden sollen, wird, wie Fig. 3 zeigt, zu der Z-Diode 6 eine weitere Z-Diode 6' in Serie geschaltet, und zwar mit umgekehrter Polarität. Eine entsprechende Ergänzung wird bei der Z-Diode 12 durch die Z-Diode 12' vorgesehen, wodurch unabhängig von der Polarität der Spannung an dem Eingang 2 der Betrag der Spannung, auf den die beiden in Serie geschalteten Z-Dioden 6, 6' bzw. 12, 12' begrenzen, gleich ist.

Bei extrem kleinen Spannungen werden zur Spannungsbegrenzung normale Gleichrichterioden verwendet, die in Durchlaßrichtung betrieben werden.

Wie ferner Fig. 3 zeigt, kann anstelle der Schmelzsicherung 5 auch ein Kaltleiter 26 eingesetzt werden, wie er in der Figur veranschaulicht ist. Beim Auftreten einer Überspannung an dem Eingang 2 erwärmt sich der Kaltleiter 26 und begrenzt so den in die dahinter befindliche Schaltung fließenden Strom auf Werte, die weder für die Z-

Diode 6, 6' noch für die Schmelzsicherung 9 gefährlich wird. Beim Verschwinden der Überspannung und dem Unterschreiten des Haltestroms geht die Schaltungsanordnung mit dem Kaltleiter 26 anstelle der Schmelzsicherung 5 selbsttätig in den normalen Betriebszustand über.

Wenn beim Auftreten einer Überspannung ein bleibendes Abschalten erreicht werden soll, wird anstelle der Schmelzsicherung 5 ein ebenfalls in Fig. 3 veranschaulichter elektromechanischer Überstromschalter 27 verwendet. Dieser wirkt in der gleichen Weise wie die Schmelzsicherung 5, kann jedoch nach dem Verschwinden der Überspannung von Hand erneut eingeschaltet werden, um die Sicherheitsbarriere 1 wieder in Betrieb zu nehmen.

### Ansprüche

1. Schaltungsanordnung für eine Sicherheitsbarriere zum Begrenzen von Strom und Spannung an einer in einen explosionsgefährdeten Bereich laufenden Zweidrahtleitung, mit einem zwei Eingangsanschlüssen aufweisenden Eingang, an dem eine Spannungsquelle anschließbar ist, einem zwei Ausgangsanschlüssen aufweisenden Ausgang, der mit der Zweidrahtleitung verbunden ist, einer an den Eingangsanschlüssen angeschalteten und eine erste Sicherung enthaltenden Spannungsbegrenzungsschaltung, deren Ausgang mit einer Strombegrenzungsschaltung verbunden ist, über die der Ausgang der Spannungsbegrenzungsschaltung mit den Ausgangsklemmen verbunden ist, wobei zumindest einige Teile der Schaltungsanordnung unzugänglich in einem Gehäuse gekapselt sind, dadurch gekennzeichnet, daß dem Eingang (2) eine Serienschaltung aus einer zweiten Sicherung (5, 26, 27) und einer Spannungsbegrenzungseinrichtung (6) zugeordnet ist, und daß die Spannungsbegrenzungsschaltung (10) eingangsseitig an der Spannungsbegrenzungseinrichtung (6) liegt und über die zweite Sicherung (5) mit dem Eingang (2) verbunden ist, und daß zumindest die zweite Sicherung (5, 26, 27) zugänglich ist.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannungsbegrenzungseinrichtung (6) und die Spannungsbegrenzungsschaltung (10) bei zumindest einer Polarität der Spannung an den Eingangsanschlüssen (3, 4) bis auf Toleranzen dieselbe Grenznennspannung aufweisen, auf die sie die an ihnen anliegende Spannung begrenzen.

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannungsbegrenzungseinrichtung (6) und die Spannungsbegrenzungsschaltung (10) bei einer Polarität der Spannung an den Eingangsanschlüssen (3, 4) eine hö-

here Grenznennspannung aufweisen als bei der anderen Polarität.

4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannungsbegrenzungseinrichtung (6) und die Spannungsbegrenzungsschaltung (10) unabhängig von der Polarität der Spannung an den Eingangsanschlüssen (3, 4) die gleiche Grenznennspannung aufweisen.

5

5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Sicherung von einem Kaltleiter (26) gebildet ist.

10

6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß beide Sicherungen (5, 9) Schmelzsicherungen sind.

7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Sicherung von einem elektro mechanischem Überstromschalter (27) gebildet ist.

15

8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß beide Sicherungen (5, 9, 26, 27) dieselben elektrischen Auslösewerte aufweisen.

20

9. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Auslösestrom der zweiten Sicherung (5, 26, 27) größer als der der ersten Sicherung (9) ist.

25

10. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Sicherung (5, 26, 27) träger als die erste Sicherung (9) ist.

11. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannungsbegrenzungseinrichtung (6) auf einen Spannungswert begrenzt, der kleiner ist als die größte Spannung, bei der die erste Sicherung (9) gerade nicht auslöst.

30

12. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Spannungsbegrenzung die Spannungsbegrenzungseinrichtung und/oder die Spannungsbegrenzungsschaltung (10) jeweils wenigstens eine Z-Diode (6, 6', 12, 12') oder eine Diode (6'', 12'') enthalten.

35

40

13. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Sicherung (5, 26, 27) und/oder die Spannungsbegrenzungseinrichtung (6) außerhalb des Gehäuses angeordnet sind.

45

50

55

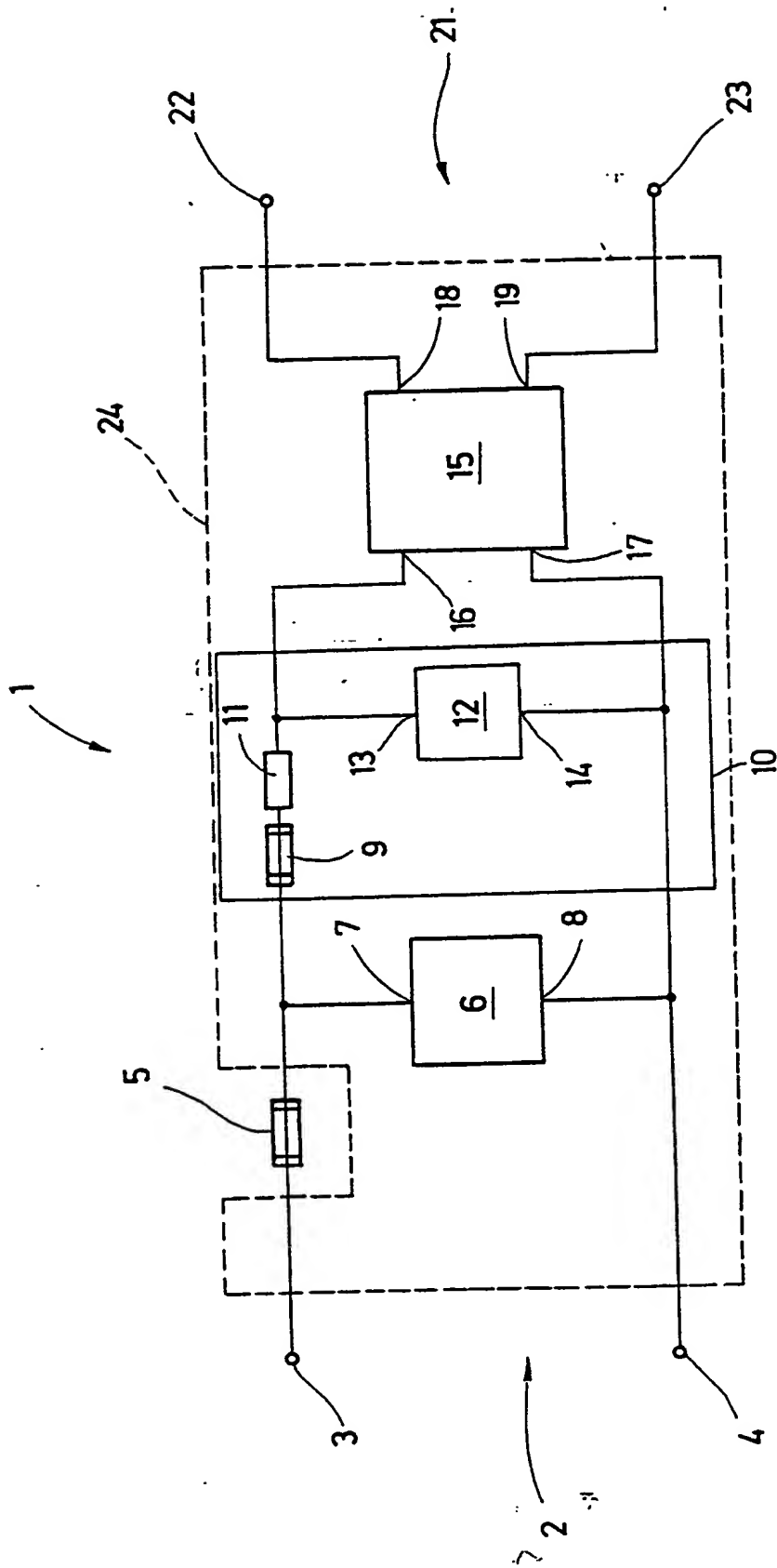


Fig. 1

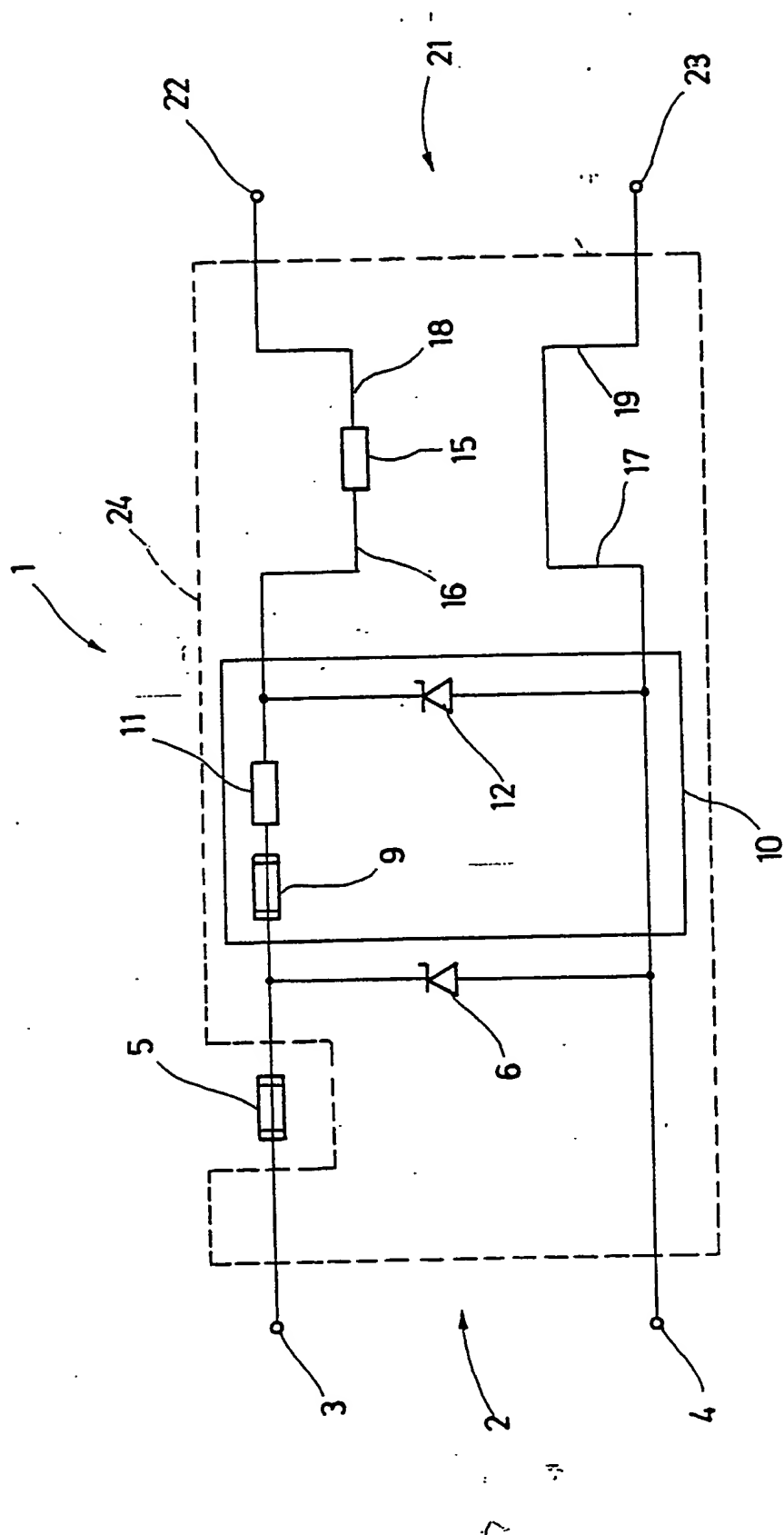


Fig. 2

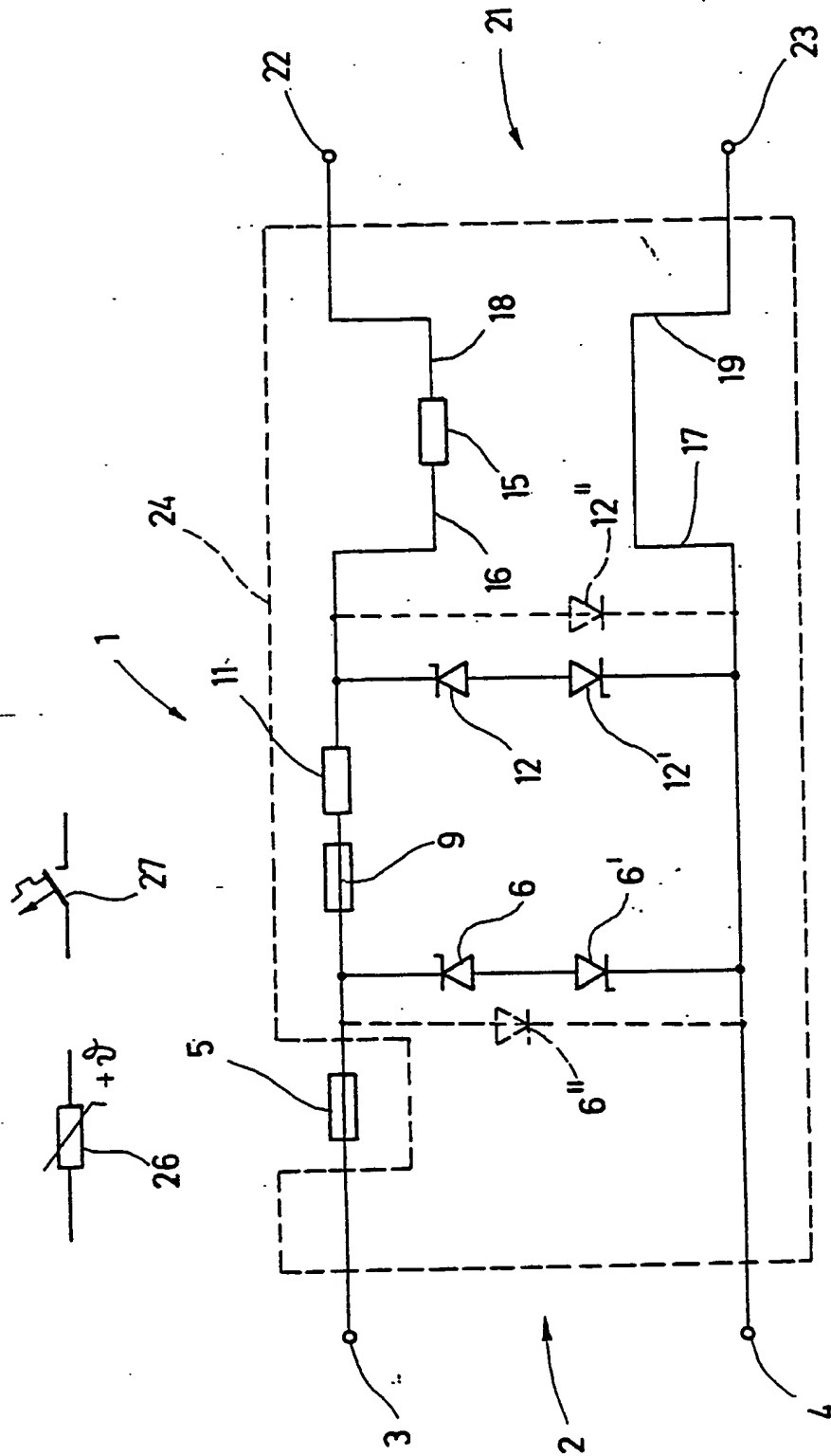


Fig. 3